

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение и характеристика	2
2. Основные параметры	3
3. Меры безопасности	4
4. Компоненты тестера	6
4.1. Устройство продувки ДМРВ	6
4.2. Рабочий эталон ДМРВ	8
4.3. Тестер ДМРВ	11
4.4. Адаптер ДМРВ	12
5. Режимы работы тестера	12
6. Методика применения тестера	17
6.1. Системы питания двигателя воздухом	17
6.2. Общие рекомендации по применению	20
6.3. Поверка ДМРВ	23
6.4. Тарировка нитевого ДМРВ	28
6.5. Оценка неравномерности двигателя	30

Приложение :

1. Схемы питания двигателя воздухом	33
2. Схемы включения ДМРВ в составе ЭСУД	35
Сокращения и условные обозначения	37
3. Типы ДМРВ и характеристика	38
4. Монтажные схемы подключения тестера	41
5. Варианты установки ДМРВ для поверки	44
6. Вероятные неисправности тестера	48
7. Поверка ДМРВ. Примеры измерений и расчетов ..	51

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА

1.1. **Тестер расхода воздуха** далее по тексту прибор, тестер датчиков массового расхода воздуха или тестер ДМРВ, тестер) типа **ТРВ-2** предназначен для диагностики систем питания воздухом инжекторных отечественных автомобилей марки ВАЗ-ГАЗ-УАЗ-ИЖ, а также импортных автомобилей, в составе которых применяются аналогичные типы датчиков массового расхода воздуха (ДМРВ).

Сфера применения - СТО, авторемонтные предприятия и мастерские, фирмы и магазины по продаже автомобильных запасных частей.

1.2. Датчик массового расхода воздуха (ДМРВ) является одним из основных датчиков электронной системы управления двигателем (ЭСУД), точность калибровки которого оказывает наибольшее влияние на изменение эксплуатационного расхода топлива.

1.3. Результаты лабораторных работ по поверке отказавших ДМРВ показали, что наиболее типичное относительное отклонение выходной характеристики для пленочных ДМРВ HFM5-4.7 BOSCH составляет 20%...40%.

На основании этого исследования можно сделать вывод, что контроллер ЭСУД даже при наличии датчика кислорода не может идентифицировать код неисправности ЭСУД, причиной которого явилось смещение выходной характеристики ДМРВ относительно эталонной не превышающее $\pm 20\%$. "Сползание" характеристики ДМРВ приводит не только к ухудшению топливной экономичности и приемистости двигателя, но и к более интенсивному износу (перегреву) нейтрализатора отработавших газов, работающего на переобогащенных или переобогатенных топливовоздушных смесях.

1.4. Основные функции тестера ДМРВ:

- поверка эксплуатируемого ДМРВ;
- прожиг ДМРВ нитевого типа;
- контроль массового расхода воздуха, потребляемого двигателем, и его пульсаций в бортовых условиях;
- электронная калибровка каналов ТРВ-2.

1.5. Тестер позволяет контролировать параметры и поверять следующие типы ДМРВ с аналоговым выходным сигналом в диапазоне 0...5В:

- ДМРВ пленочного типа HFM5-4.7 BOSCH: 0280218004,

0280218037 (21083-1130010-10) и 0280218116;

- ДМРВ пленочного типа HFM62C/11 SIEMENS (аналоги 20.3855 и ДМРВ-П);

- ДМРВ нитевого типа HLM2-4.7 BOSCH: 0280212014 (аналог ДМРВ-М) и 0280212022 (аналог ДМРВ-УМ).

1.6. Тестер ДМРВ не относится к классу измерительных приборов, т.к. выявление отклонений выходной характеристики ДМРВ от заданной по ТУ производится путем сравнения показаний эталонного и контролируемого ДМРВ по специальному алгоритму аналогово-цифрового преобразования и усреднения выходных сигналов ДМРВ.

Поверка ДМРВ выполняется по упрощенной методике, отработанной экспериментально для условий автосервиса, с применением минимального оборудования. Разработанная методика не требует полного совпадения показаний с метрологическим эталоном, аттестованном на заводе-изготовителе ДМРВ, или с результатами измерения и обработки сигнала ДМРВ контроллером ЭСУД, по причине несовпадения геометрических параметров воздухопроводов и характера пульсаций потока воздуха, а также алгоритма обработки сигнала ДМРВ.

2. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Номинальное напряжение питания Уп, В =12
Диапазон напряжения питания, В 8-16
Количество типов контролируемых ДМРВ 6
Каналы контроля, шт. 2
Канал управления (прожиг ДМРВ), шт. 1
Кнопки управления, шт. 2
Индикатор вывода информации, тип ЖКИ-8x2
Точность* контроля эталонного сигнала:
- Выходное напряжение 0-5В, мВ +-5
- Расход воздуха 8-120 кг/ч, % +-1,0
- Расход воздуха 120-480 кг/ч, % +-2,0
Частота съема данных, кГц 1,5-2,0
Интервал усреднения данных:
- в режиме контроля, с 0,3
- в режиме поверки, с 10
Производительность** устройства продувки ДМРВ:
- УПД-2 (=12В.0,8А), кг/ч 25-60

- Пылесос бытовой (~220В/2А), кг/ч 60-130
Рабочая температура, °С -10...+50
Габариты комплекта, мм 200x200x100
Габариты прибора, мм 68x70x20
Масса базового комплекта, кг 0,8
Срок службы (не менее), лет 3
* - в диапазоне напряжений питания 10...14В и
нормальной температуре окружающей среды 22+-5°C;
** - указана при номинальном напряжении питания
=12В и одновременной установке двух ДМРВ.

3. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Соблюдение нижеуказанных мер безопасности позволит:

- избежать выхода из строя тестера и его компонентов;
- сохранить заданную точность рабочего эталона ДМРВ и калибровку измерительных каналов тестера в процессе его эксплуатации.

3.1. При подключении компонентов тестера обеспечить их размещение в подкапотном пространстве автомобиля и прокладку кабелей в стороне от вращающихся и горячих деталей двигателя, а также исключить вероятность повреждения данных кабелей при закрытии капота или двери автомобиля.

3.2. Не допускается проведение монтажных работ:

- после подключения электропитания к тестеру или его компонентам;
- при включенном зажигании и работающем двигателе автомобиля;
- при функционировании устройства продувки ДМРВ.

3.3. При эксплуатации тестер должен находиться в руках пользователя или размещаться на подставке.

3.4. Не допускается эксплуатация тестера и его компонентов:

- в запыленном, грязном или сыром помещении;
- при прямом попадании на корпус тестера и его компонентов агрессивных жидкостей и кислот, воды, масла, бензина, моющих растворов;
- вне пределов его условий эксплуатации и более 1 часа в условиях предельных режимов эксплуатации.

3.5. Перед установкой нового ДМРВ на автомобиль

необходимо убедиться в исправности системы зажигания двигателя, и, прежде всего, в отсутствии обратных всплесков во впускной коллектор двигателя, которые могут возникать при пуске двигателя и привести к повреждению чувствительного элемента ДМРВ при открытой дроссельной заслонке.

3.6. Не допускается установка и эксплуатация рабочего эталона ДМРВ в качестве штатного (запасного) ДМРВ в составе ЭСУД автомобиля.

3.7. Не допускается замена рабочего эталона ДМРВ, поставляемого предприятием-изготовителем, другим ДМРВ без проведения его предварительной калибровки-поверки с помощью внешних эталонированных средств.

3.8. Допускается, в случае отсутствия или неисправности рабочего эталона ДМРВ, применение условного эталона ДМРВ, работоспособность которого проверена пользователем по крайней мере на исправном автомобиле.

Предприятие-изготовитель тестера ДМРВ не несет ответственности за точность показаний условного эталона и ошибочность решений, принятых пользователем на основе данных измерений.

3.9. Не допускается тарировочный прожиг нитевого ДМРВ на работающем двигателе или при функционировании продувочного устройства.

3.10. Обратит внимание: при эксплуатации газобаллонного оборудования во впускном коллекторе двигателя может накопиться газовый конденсат, который может воспламениться при проведении тарировочного прожига ДМРВ нитевого типа и вывести датчик из строя.

Поэтому для инжекторных автомобилей, оснащенных газобаллонным оборудованием, тарировочный прожиг допускается только после отсоединения ДМРВ от воздушного фильтра с последующим удалением остатков газа из впускной трубы в режиме продувки цилиндров воздухом, которая выполняется путем стартерной прокрутки двигателя при полностью открытом дросселе в течении 5-10 с.

3.11. Не допускается электропитание устройства продувки ДМРВ УПД-2 от источника электропитания выше =15 В постоянного тока, которое в течении нескольких секунд может вывести его электроклапан из строя.

3.12. Тестер и его компоненты должны храниться в эксплуатационной упаковке предприятия-изготовителя (рабочей сумке).

Рабочий эталон ДМРВ должен храниться в отдельной картонной коробке или пакете.

Не допускается хранение тестера и его компонентов при отрицательных температурах окружающей среды, во влажном или запыленном помещении, при прямом воздействии солнечных лучей, вблизи от нагревательных приборов, рядом с источником мощного электромагнитного излучения, например, при воздействии открытого искрового разряда системы зажигания ЭСУД.

4. КОМПОНЕНТЫ ТЕСТЕРА

Основными компонентами тестера являются: устройство для продувки ДМРВ, рабочий эталон ДМРВ, тестер ТРВ-2, адаптер ДМРВ.

4.1. Устройство для продувки ДМРВ

4.1.1. Данное устройство предназначено для эксплуатационной поверки ДМРВ в СТО или в полевых условиях.

В качестве устройств для продувки ДМРВ рекомендуется использовать:

- бытовой (~220В/50Гц) или автомобильный (=12В) пылесос или компрессор, производительностью 20-120 кг/ч, желательно с регулировкой мощности (в комплект не входит);

- устройство продувки ДМРВ типа УПД-2 (=12В/0,8А) с регулировкой производительности 20-60 кг/ч (входит в дополнительный комплект);

- электровентиляторы повышенной мощности до 500 кг/ч с регулированием расхода воздуха с помощью дроссельной заслонки, которые могут комплектоваться и конструктивно адаптироваться пользователем самостоятельно; - смотри, например, осевые вентиляторы на сайте www.ztvo.ru); для справки: массовый расход воздуха пересчитывается по формуле $G_m \approx 1,29 * G_v$, кг/ч, где G_v - объемный расход воздуха в м³/ч.

Устройство для продувки ДМРВ должно обеспечивать стабильность потока воздуха, определяемую **максимальным**

размахом пульсаций массового расхода воздуха в течении не менее 10 секунд наблюдения **не более 20%** относительно номинала*:

- для потока $G=50...60$ кг/ч - 12 кг/ч;
- для потока $G=100...120$ кг/ч - 24 кг/ч;

* - данные приведены для ДМРВ HFM5-4.7 BOSCH, для ДМРВ HFM62C/11 SIEMENS величина пульсаций должна быть в 2 раза ниже вследствие его меньшего быстрогодействия.

Пульсации потока воздуха, которые производит штатное или оригинальное устройство продувки, контролируются и рассчитываются тестером ДМРВ с помощью рабочего эталона ДМРВ (режим «ПОВЕРКА» или «КОНТРОЛЬ»).

Обращаем внимание: использование работающего двигателя в качестве продувочного устройства не соответствует требованиям безопасности проведения диагностических работ, и не обеспечивает точности поверки ДМРВ по причине высоких пульсаций потока и наличия обратных выбросов воздуха при работе впускных клапанов двигателя.

4.1.2. Пылесос

Бытовой пылесос с питание от сети ~220В/50Гц - это наиболее доступное средство для продувки ДМРВ. Сопряжение ДМРВ с трубой пылесоса выполняется с помощью резинового шланга диаметром 68-70мм и переходного сопла 35мм/70мм (прил. 5.3), которое входит в комплект прибора и подобрано для наиболее широко применяемого пылесоса с внешним диаметром трубы 35 мм. Уплотнение соединения сопла и трубы пылесоса может производиться с помощью клеящей изоляционной ленты. Установка ДМРВ горизонтальная. Поток воздуха (AIR) ориентирован на всасывание (к пылесосу).

Недостатки пылесоса: громоздкость, повышенная пульсация потока воздуха и зависимость производительности от перепадов напряжения в сети ~220В/50Гц, например, при работе рядом расположенных сварочных аппаратов или мощных электродвигателей.

При снижении производительности бытового пылесоса до 80 кг/ч, следует заменить его фильтр или почистить фильтрующий элемент.

4.1.3. Устройство продувки ДМРВ УПД-2

Данное устройство отличается компактностью и при

проведении поверки ДМРВ может устанавливаться непосредственно на бортовой аккумулятор автомобиля и запитываться от него. Для обеспечения номинальной производительности устройства необходимо, чтобы аккумулятор был нормально заряжен и обеспечивал напряжение выше $\approx 12,0\text{В}$ при полной мощности устройства. Другие потребители от аккумулятора необходимо отключить. Автомобильный генератор в качестве источника питания продувочного устройства использовать не допускается по причине высокой нестабильности его выходного напряжения.

Конструкция устройства (прил. 5.4) включает: электровентилятор 10 ($\approx 12\text{В}/0,8\text{А}$), сопло 11 ДМРВ, стойки 12 с резиновыми опорами (4 шт.), панель 14 с регулятором 14а мощности, кабель 15 питания электровентилятора от сети $\approx 12\text{В}$.

Установка устройства вертикальная. Сопряжение ДМРВ с входным отверстием сопла устройства выполняется с помощью резинового шланга диаметром 68–70мм.

Поток воздуха AIR ориентирован на всасывание (сверху вниз). Увеличение производительности вентилятора обеспечивается вращением регулятора по часовой стрелке.

Вентилятор имеет зону нечувствительности в области малой производительности, поэтому для малых расходов воздуха необходимо предварительно установить регулятор в среднее положение, затем после подачи напряжения уменьшать мощность вентилятора вращением регулятора против часовой стрелки.

4.2. Рабочий эталон ДМРВ

4.2.1. Принцип действия

Датчик массового расхода воздуха предназначен для преобразования расхода воздуха, поступающего в двигатель, в напряжение постоянного тока. Информация датчика позволяет определить режим работы двигателя и рассчитать цикловое наполнение цилиндров воздухом на установившихся режимах работы двигателя, длительность которых превышает 0,1 с.

Чувствительный элемент (ЧЭ) ДМРВ построен на принципе терморезистивного анемометра и выполнен либо в виде токопроводящей пленки, нанесенной на керамическую основу, либо в виде платиновой нити.

ЧЭ нагревается электрическим током и его рабочая температура поддерживается постоянной. Если поток (расход) воздуха через ДМРВ увеличивается, то ЧЭ начинает охлаждаться, а схема управления ДМРВ увеличивает ток его нагрева до тех пор, пока температура ЧЭ не восстанавливается до первоначального уровня. Т.о. величина тока нагрева нити пропорциональна расходу воздуха. Вторичный преобразователь ДМРВ преобразует ток нагрева ЧЭ в выходное напряжение постоянного тока.

4.2.2 Выходная характеристика ДМРВ

Каждый тип (исполнение) ДМРВ, указанный в таблице прил. 3.1, имеет свою уникальную выходную характеристику. Эталонные выходные характеристики ДМРВ записаны в постоянную память тестера.

Выходная характеристика ДМРВ $U=f(G)$ имеет вид, приведенный в прил. 3.2, где: G - массовый расход в кг/ч, U - выходное напряжение, В. Приведенная зависимость носит нелинейный характер, наибольшая чувствительность ДМРВ имеет в зоне расхода воздуха 0...120 кг/ч.

Поток воздуха, поступающий в двигатель, носит пульсирующий характер, причем амплитуда пульсаций выходного сигнала ДМРВ зависит от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель, которая, в свою очередь, пропорциональна массовому расходу воздуха, то есть, чем больше измеряемый расход воздуха, тем, как правило, больше нагружен двигатель и выше пульсации потока воздуха.

Характер пульсирующего потока воздуха обусловлен цикловой работой четырехтактного двигателя и проиллюстрирован на рис. прил. 3.3.

На режимах повышенной мощности возникает обратный пульсирующий поток воздуха (от двигателя), на который ДМРВ реагируют с меньшей чувствительностью, но практически аналогично воздействию прямого потока. Этот недостаток ДМРВ, реализованных на термоанемометрическом принципе, не позволяет с достаточной точностью измерить массовый расход воздуха, потребляемый двигателем, на более чем 30% его режимной области. В контроллерах ЭСУД это ограничение устраняется путем экспериментального подбора калибровок или за счет применения датчика кислорода в

цепи обратной связи, управляющей топливоподачей.

4.2.3. Эксплуатационно-технические параметры ДМРВ

Общие параметры ДМРВ (см. типы в прил. 3.1):

Диаметр присоединительного патрубка, мм 70
Максимальный рабочий расход, кг/ч 500
Аэродинамическое сопротивление, кПа <2,0
Рабочее напряжение питания, В 7,5...16
Рабочая температура, °С -40...+125
Влажность при +40 °С, % 95+-3

Параметры пленочных ДМРВ HFM5-4.7 BOSCH:

Монтажная длина, мм 95
Напряжение питания измерителя, В 5+-0,1В
Выходное напряжение, В 1,0...4,5
Точность измерения расхода воздуха, % +-4,0
Постоянная времени (95% сигнала), мс 30
Компенсация обратного потока Есть
Пиковый ток потребления при включении, мА 200
Максимальный ток потребления, мА 100
Сопротивление терморезистора/20°C, Ом 2420+-130

Параметры пленочного ДМРВ HFM62C/11 SIEMENS:

Монтажная длина, мм 75
Выходное напряжение, В 0...5,0
Точность измерения расхода воздуха, % +-4,0
Постоянная времени (95% сигнала), мс 80
Компенсация обратного потока Есть
Пиковый ток потребления при включении, мА 1000
Максимальный ток потребления, мА 500
Сопротивление терморезистора/25°C, Ом 2014+-75

Параметры нитевых ДМРВ HLM2-4.7 BOSCH:

Монтажная длина, мм 130
Выходное напряжение, В 1,3...4,6
Постоянная времени (95% сигнала), мс 10
Компенсация обратного потока Нет
Точность измерения расхода воздуха, % +-2,5
Максимальный ток потребления, мА 2000
Выходное напряжение при прожиге, В 5,2...5,6
Параметры прожига нити 5В+-0,6В/40мА, 0,9-2с
Диапазон регулятора СО, кОм 1+-0,1

Тонкость отсева частиц для автомобильного воздушного фильтра должна быть не хуже 10-20 мкм, падение давления

на фильтре должно быть не более 5 кПа.

4.2.4. Образцы ДМРВ

Для удобства пользования будем различать следующие образцы ДМРВ:

- **контролируемый** ДМРВ, характеристику которого необходимо проверить в эксплуатации;
- **рабочий эталон** ДМРВ, который калибруется изготовителем тестера и поставляется пользователю комплектно с тестером;
- **базовый эталон** ДМРВ, который используется предприятием-изготовителем тестера для поверки рабочих эталонов ДМРВ;
- **условный эталон** ДМРВ, который пользователь тестера калибрует самостоятельно и использует как заменитель рабочего эталона ДМРВ.

В качестве рабочего эталона изготовитель тестера может применять любой из типов серийно выпускаемых ДМРВ, который поддерживает текущая версия программного обеспечения тестера.

Предприятия-производители ДМРВ обеспечивают согласно ТУ точность по отношению к эталону ДМРВ не выше: для нитевого типа $\pm 3\%$, а для пленочного $\pm 4... \pm 5\%$. Поскольку этой точности недостаточно для поверки контролируемых (эксплуатируемых) ДМРВ, в приборе предусмотрена процедура калибровки-поверки измерительных U-каналов и G-канала рабочего эталона ДМРВ, обеспечивающая повышение точности измерения расхода воздуха до $\pm 0,5... \pm 1,5\%$.

Рабочий эталон ДМРВ тарируется и поверяется комплектно с тестером ДМРВ с помощью базового эталона ДМРВ, введенные в EEPROM-тестера поправки по U-каналам и G-каналам записываются в паспорт на прибор, на корпус поверенного рабочего эталона ДМРВ наносится красный маркер или этикетка, а заводской номер данного ДМРВ заносится вместе с заводским номером тестера в паспорт на прибор.

4.3. Тестер ДМРВ

Тестер является управляющим, измерительным, вычислительным и регистрирующим прибором.

Управление тестером выполняется с помощью 2-х функциональных клавиш:

DOWN (ВНИЗ) – выбор режима (процедуры), просмотр

параметров внутри процедуры, изменение корректируемого значения;

ENTR (ВВОД) – запуск режима (процедуры или команды), останов выполнения, сохранение данных.

Вывод информации осуществляется на двустрочный (8x2) жидко-кристаллический индикатор (ЖКИ) с подсветкой табло.

Тестер имеет выходной соединитель (розетку), который позволяет подключать его к адаптеру ДМРВ.

Экранное меню режимов (процедур) работы тестера приведено в разделе 5.

4.4. Адаптер ДМРВ

Адаптер типа АДВ-2 является коммутационным устройством, преобразователем сигналов и выполняет следующие функции:

- обеспечивает соединение тестера с объектами контроля;
- формирует электропитание =5В для ДМРВ;
- усиливает импульс прожига нити ДМРВ;
- имеет выход для тестового и поверочного оборудования.

Адаптер имеет питающий кабель, длиной 1,5м с зажимами типа «Крокодил», и маркированные электрические соединители для подключения кабелей и устройств:

- «ТЕСТЕР» – тестера ДМРВ;
- «ДМРВ-Э» – рабочего эталона ДМРВ;
- «ДМРВ-К» – контролируемого ДМРВ;
- «КОНТРОЛЬ» – тестового оборудования;
- «ЭВ» – электроventильатора устройства продувки ДМРВ.

Для исполнения адаптера, у которого отсутствует выход «ЭВ», продувочное устройство УПД-2 подключается к выходу «КОНТРОЛЬ».

Для присоединения к адаптеру различных типов ДМРВ в комплекте прибора предусмотрены соответствующие кабели.

5. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТЕСТЕРА

При подключении тестера к источнику электропитания =12В выполняется загрузка программы, отображается тип прибора и версия его программного обеспечения, затем тестер выходит в экранное меню "РЕЖИМЫ" ("ТРВ-2"):

- > **КОНТРОЛЬ** - контроль параметров ДМРВ;
- > **ПОВЕРКА** - поверка ДМРВ;
- > **ВЫБ.ДМРВ** - выбор типа ДМРВ;
- > **ПРОЖИГ** - тарифовочный прожиг нитевого ДМРВ;
- > **ВЕРСИЯ** - версия программы тестера;
- > **КАЛИБР.Э** - калибровка канала эталонного ДМРВ;
- > **КАЛИБР.К** - калибровка канала контролируемого ДМРВ.

Просмотр меню «РЕЖИМЫ» осуществляется кнопкой «DOWN» (закольцован), выбор режима - кнопкой «ENTR».

5.1. После запуска режима «**КОНТРОЛЬ**» выводится сообщение о типах контрольного и эталонного ДМРВ, выбранных ранее (см. режим «ВЫБ.ДМРВ» и обозначение типов согласно прил. 3), например: «ДМРВ-К HF62/S11» и «ДМРВ-Э HF5/B037»:

Окно 1:

- > **КОНТРОЛЬ** - активная процедура управления;
- > **ВЫХОД** - возврат в меню «РЕЖИМЫ»;

Окно 2:

- > **Gk** ZZZ.Z - средний* расход воздуха ДМРВ-К, кг/ч;
- > **Pk** ZZ.Z - максимальный наблюдаемый** размах пульсаций ДМРВ-К, $P_k = X_k - M_k$, кг/ч;

Окно 3:

- > **Ge** ZZZ.Z - средний* расход воздуха ДМРВ-Э, кг/ч;
- > **Pe** ZZ.Z - максимальный наблюдаемый** размах пульсаций ДМРВ-Э, $P_e = X_e - M_e$, кг/ч;

Окно 4:

- > **Da** +-ZZZ.Z - абсолютная разница между усредненными* показаниями ДМРВ-К и ДМРВ-Э, $D_a = G_k - G_e$, кг/ч;
- > **Do** +-ZZZ.Z - относительная разница между усредненными* показаниями ДМРВ-К и ДМРВ-Э, $D_o = (D_a / G_e) * 100$, %;

Окно 5:

- > **Xk** ZZ.Z - максимальный наблюдаемый** расход воздуха ДМРВ-К, кг/ч;
- > **Mk** ZZ.Z - минимальный наблюдаемый** расход воздуха ДМРВ-К, кг/ч;

Окно 6:

- > **Xe** ZZ.Z - максимальный наблюдаемый** расход воздуха ДМРВ-Э, кг/ч;
- > **Me** ZZ.Z - минимальный наблюдаемый** расход воздуха ДМРВ-Э, кг/ч;

Окно 7:

- > **Uk** ZZZZ - среднее* напряжение ДМРВ-К, мВ;
- > **Ue** ZZZZ - среднее* напряжение ДМРВ-Э, мВ;
- * - интервал усреднения параметров и обновления экрана ~0,3 с;
- ** - длительность наблюдаемого интервала времени выбирается пользователем произвольно и указывается в методике применения.

Листание окон - «DOWN» (закольцовано), останов вывода наблюдаемых** параметров на экран (срез) - «ENTR» (мерцающий маркер пропадает), запуск вывода наблюдаемых** параметров на экран и сброс предыдущих значений - повторное нажатие «ENTR» (мерцающий маркер появляется). Для возврата в меню «РЕЖИМЫ» выбрать «ВЫХОД» и нажать «ENTR».

5.2. После запуска режима **«ПОВЕРКА»** выводится сообщение о типах контрольного и эталонного ДМРВ, выбранных ранее («ВЫБ.ДМРВ»), например: «ДМРВ-К HF62/S11» и «ДМРВ-Э HF5/B037», далее отображаются:

Окно 1:

- > **ПОВЕРКА** - активная процедура управления;
- > **ВЫХОД** - возврат в меню «РЕЖИМЫ»;

Окно 2:

- > **Gk** ZZZ.Z - средний** расход воздуха ДМРВ-К, кг/ч;
- > **Ge** ZZZ.Z - средний** расход воздуха ДМРВ-Э, кг/ч;

Окно 3:

- > **Pk** ZZ.Z - максимальный за цикл** размах пульсаций ДМРВ-К, $P_k = X_k - M_k$, кг/ч;
- > **Pe** ZZ.Z - максимальный за цикл** размах пульсаций ДМРВ-Э, $P_e = X_e - M_e$, кг/ч;

Окно 4:

- > **Da** +-ZZZ.Z - абсолютная разница за цикл** между показаниями ДМРВ-К и ДМРВ-Э, $D_a = G_k - G_e$, кг/ч;
- > **Do** +-ZZ.Z - относительная разница за цикл** между показаниями ДМРВ-К и ДМРВ-Э, $D_o = (D_a / G_e) * 100$, %;

** - длительность цикла поверки 10 с.

Останов поверки выполняется автоматически (мерцающий маркер исчезает) по окончании цикла, листание окон - «DOWN» (закольцовано), повторный запуск поверки и сброс предыдущих значений - нажатие «ENTR» (мерцающий маркер появляется). Для возврата в меню «РЕЖИМЫ» выбрать

«ВЫХОД» и нажать «ENTR».

5.3. После запуска режима **«ВЫБ.ДМРВ»** , предназначенного для выбора типа контролируемого и эталонного ДМРВ, отображается подменю процедур:

- > **ВЫХОД** - возврат в меню «РЕЖИМЫ».
- > **ДМРВ-К** - выбор типа контролируемого ДМРВ;
- > **ДМРВ-Э** - выбор типа эталонного ДМРВ;

Просмотр подменю процедур осуществляется кнопкой «DOWN» (закольцован), выбор процедуры - кнопкой «ENTR».

Процедуры «ДМРВ-К» и «ДМРВ-Э» содержат меню выбора типов ДМРВ:

- > **ВЫХОД** - возврат в подменю «ВЫБ.ДМРВ»;
- > **ДМРВn** - типы ДМРВ в соответствии с прил. 3.1.

Просмотр типов ДМРВ осуществляется кнопкой «DOWN», выбор типа ДМРВ - кнопкой «ENTR». Количество типов ДМРВ может быть расширено по усмотрению предприятия-разработчика тестера.

Выбранные типы ДМРВ-К и ДМРВ-Э сохраняются в энергонезависимой EEPROM-памяти тестера и при последующем входе в процедуру выбора отображаются в первой строке.

5.4. **Режим «ПРОЖИГ»** предназначен для эксплуатационной тарировки ДМРВ нитевого типа и содержит меню выбора процедур:

- > **ВЫХОД** - возврат в меню «РЕЖИМЫ»;
- > **ПРОЖИГ-1** - однократный прожиг нити ДМРВ;
- > **ПРОЖИГ-2** - двойной прожиг нити ДМРВ.

Просмотр процедур меню осуществляется кнопкой «DOWN» (закольцован), запуск процедуры - кнопкой «ENTR».

В течение выполнения процедуры прожигания на экране (в нижней строке) появляется сообщение «ИДЕТ...».

Повторный прожиг возможен только после возврата тестера в меню «ПРОЖИГ». Прерывание процедуры прожигания возможно по нажатию любой кнопки. Для возврата в меню «РЕЖИМЫ» выбрать «ВЫХОД» и нажать «ENTR».

5.5. **Режим «ВЕРСИЯ»** обеспечивает просмотр текущей версии программного обеспечения тестера, которая с целью уточнения и улучшения может быть модифицирована в процессе производства прибора. Здесь также предоставляется пользователю адрес электронной почты для консультаций с разработчиком тестера.

Включение режима выполнить нажатием кнопки «ENTR», просмотр строк - «DOWN» (закольцован), выход - «ENTR».

При необходимости пользователь может заказать обновление версии программного обеспечения эксплуатируемого тестера (апгрейд) на предприятии-изготовителе.

5.6. **Режимы «КАЛИБР.Э» и «КАЛИБР.К»** предназначены для калибровки измерительных каналов тестера; эти режимы не являются рабочими и выполняются предприятием-изготовителем тестера на соответствующем стендовом и поверочном оборудовании с использованием прецизионного источника напряжения и базового эталона ДМРВ. Калибровка каналов «ДМРВ-К» или «ДМРВ-Э» может быть выполнена на двух уровнях:

- сигнальном, путем калибровки U-канала измерения напряжения;
- параметрическом, путем калибровки G-канала измерения расхода воздуха.

При запуске одного из режимов отображается подменю процедур:

- > **ВЫХОД** - возврат в меню «КАЛИБР.»;
- > **НАПРЯЖ.+** - абсолютное смещение характеристики U-канала вверх;
- > **НАПРЯЖ.-** - абсолютное смещение характеристики U-канала вниз;
- > **СБРОС-U** - сброс корректирующей поправки U-канала;
- > **РАСХОД+** - относительное смещение характеристики G-канала вверх;
- > **РАСХОД-** - относительное смещение характеристики G-канала вниз;
- > **СБРОС-G** - сброс корректирующей поправки G-канала.

Просмотр меню - «DOWN» (закольцовано), выбор процедуры - «ENTR». Для возврата в меню «РЕЖИМЫ» выбрать «ВЫХОД» и нажать «ENTR».

При входе в процедуру «НАПРЯЖ.+» или «НАПРЯЖ.-» отображаются: **Up** - напряжение на входе канала (мВ) **Kp** - его десятичное кодовое значение; коррекция напряжения (на один шаг) выполняется кнопкой «DOWN», запись поправки в EEPROM тестера и возврат на предыдущий уровень меню - «ENTR».

После выполнения команды **«СБРОС-У»** появляется сообщение **«ВЫПОЛНЕН»**, что означает обнуление корректирующей поправки по выбранному U-каналу напряжения, введенной ранее в EEPROM тестера.

При входе в процедуру **«РАСХОД+»** или **«РАСХОД-»** отображается **Re** или **Rk** – условные коэффициенты для относительного смещения характеристики G-канала; базовое значение коэффициента $Re/Rk=1024$ соответствует корректирующему коэффициенту, равному единице; коррекция Re/Rk (на одну единицу кода) выполняется кнопкой **«DOWN»**, запись поправки в EEPROM тестера и возврат на предыдущий уровень меню – **«ENTR»**.

Введенная поправка распространяется на весь диапазон выходной характеристики выбранного типа ДМРВ.

После выполнения команды **«СБРОС-G»** появляется сообщение **«ВЫПОЛНЕН»**, что означает обнуление корректирующей поправки по выбранному G-каналу расхода воздуха, введенной ранее в EEPROM тестера.

6. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий раздел предназначен для ознакомления пользователя с конструктивными особенностями и наиболее характерными методическими приемами выполнения диагностических работ по проверке исправности элементов системы питания двигателя воздухом.

6.1. Системы питания двигателя воздухом

Наиболее широко применяются 2 конструктивные разновидности системы питания воздухом для двигателя с распределенным впрыском бензина (прил. 1):

- для автомобилей ВАЗ (прил. 1.1);
- для автомобилей ГАЗ-УАЗ (прил. 1.2).

Воздух 1А в двигатель 7 засасывается через воздушный фильтр 1, датчик 2 массового расхода воздуха и одноканальное дроссельное устройство 4, степень открытия которого регулируется водителем от педали акселератора 5. В задрроссельном пространстве воздушная масса разделяется трубами ресивера 6 и уплотняется в цилиндрах двигателя 7 за счет эффекта инерционного наддува. Температура всасываемого воздуха контролируется с помощью

датчика 3 температуры, установленного либо на ресивере 6 (ГАЗ-УАЗ), либо встроенного в корпус датчика 2 расхода воздуха (ВАЗ). Для регулировки СО может использоваться потенциометр 2а, встроенный в ДМРВ нитевого типа (ГАЗ).

Положение педали акселератора 5, задающее степень открытия канала дроссельного устройства 4, определяется по показаниям датчика 4а положения дроссельной заслонки. Неплотно прикрытое в закрытом положении дроссельное устройство может служить причиной повышенных оборотов холостого хода, а дребезг контактов датчика положения дроссельной заслонки часто является причиной «плавающих» оборотов холостого хода и «рывков» автомобиля на разгоне.

На режимах пуска, прогрева и холостого хода двигателя 7 подача воздуха 1а осуществляется в основном через автоматически регулируемый байпасный канал регулятора 8 дополнительного воздуха, выполненный в обход дроссельного устройства 4.

Регулятор 8 дополнительного воздуха, называемый часто регулятором холостого хода, представляет собой либо регулятор 8 с коническим затвором фланцевого типа и шаговым двигателем (ВАЗ, прил. 1.1), либо регулятор 8 с поворотным затвором и двухобмоточным соленоидом (ГАЗ-УАЗ, прил. 1.2), сечение которого изменяется по сигналам контроллера ЭСУД. Регулятор с шаговым двигателем отличается более низким быстродействием, что часто приводит к нестабильной работе двигателя на ХХ после пуска двигателя, так как конический затвор регулятора часто не успевает установиться в нужное положение после включения зажигания. Регулятор с двухобмоточным селеноидом имеет нелинейность и гистерезис выходной характеристики, что сказывается на точности управления цикловым наполнением на переходных режимах двигателя.

Степень открытия регулятора 8 изменяется от практически полного открытия затвора на пуске двигателя до полного закрытия затвора на режиме принудительного холостого хода (при отсечке топлива). На холостом ходу для прогретого двигателя регулятор открыт примерно на 20...35%. На режимах частичных нагрузок и полной мощности регулятор приоткрыт для демпфирования колебаний воздуха во впускном тракте, что обеспечивает устойчивую работу

двигателя при резком закрытии или открытии дроссельной заслонки.

Для автомобилей, оснащенных нейтрализатором 9 отработавших газов, в системе выпуска устанавливается датчик 10 кислорода, представляющий собой обогреваемый диффузный электрохимический зонд, состояние которого отражает состав топливо-воздушной смеси «бедно-богато» по содержанию кислорода в отработавших газах 9А двигателя и это состояние в автоколебательном режиме меняется с частотой 0,5...2 Гц по программе управления контроллера ЭСУД.

Подсос воздуха в приемных трубах 11 двигателя, коксование датчика 10 кислорода или неисправность его цепи нагрева могут приводить к неправильным показаниям данного датчика и, как следствие, к переобеднению топливо-воздушной смеси и перегреву нейтрализатора. Подобная неисправность датчика кислорода может быть ошибочно идентифицирована, как заниженные показания ДМРВ.

В зависимости от типа ДМРВ, установленного на автомобиле, наиболее широко используются следующие схемы их включения в составе ЭСУД:

- пленочный ДМРВ BOSCH - для ВАЗ-УАЗ (прил. 2.1);
- пленочный ДМРВ SIEMENS - для ГАЗ-УАЗ (прил. 2.2 и 2.4);
- нитевой ДМРВ BOSCH - для ГАЗ-УАЗ (прил. 2.3).

Нитевой ДМРВ BOSCH обладает более высоким быстродействием и точностью, но, к сожалению, удовлетворительная стабильность этих параметров не распространяется на его отечественные аналоги.

Нитевой тип имеет возможность тарировки (прожига платиновой нити) в процессе эксплуатации для очистки чувствительного элемента от загрязнений, но потребляемая мощность у таких ДМРВ значительно выше, чем у пленочных, и при резком изменении потока воздуха ток потребления может достигать 2-2,5А.

Пленочные ДМРВ имеют практически на порядок меньшее потребление, но меньший ресурс, они технологичнее нитевых, что позволяет снизить их цену в 2-3 раза. В связи со значительным эксплуатационным уходом характеристики применение пленочных ДМРВ эффективно для автомобилей,

оснащенных антидетонационными компонентами, в частности, датчиком кислорода, который обеспечивает обратную коррекцию топливopодачи контроллером ЭСУД при «ухудшении» характеристики ДМРВ относительно эталонной (в допустимых пределах).

Типовые* значения массового расхода воздуха, определяемые контроллерами ЭСУД, для двигателей на минимальной частоте вращения ХХ:

- 7...10 кг/ч ВАЗ-2111;
- 13...16 кг/ч ЗМЗ-406/405 (ГАЗ);
- 14...18 кг/ч ЗМЗ-409 (ВАЗ);

* - зависят от алгоритма обработки сигнала ДМРВ, так как контроллеры ЭСУД не являются измерительными устройствами.

6.2. Общие рекомендации по применению тестера

6.2.1. Диагностические работы с применением тестера ДМРВ проводятся в случае, если имеют место следующие неисправности:

- повышенный эксплуатационный расход топлива;
- неравномерная работа двигателя на холостом ходу;
- плохой пуск или недостаточная приемистость (мощность) двигателя;
- «провалы» частоты вращения двигателя при разгоне автомобиля;
- переобогащение или переобеднение топливо-воздушной смеси по показаниям датчика кислорода и др.

Как правило, причиной данных неисправностей в системе впуска двигателя могут быть: засоренность воздушного фильтра, несоответствие или отклонение выходной характеристики ДМРВ от заданной по ТУ, неисправность регулятора холостого хода, неправильная регулировка дроссельного устройства, неисправность датчика положения дроссельной заслонки, негерметичность впускной системы после ДМРВ (подсос неучтенного воздуха) или подсос воздуха на выпуске и др.

Предварительно, с помощью диагностического сканера-тестера необходимо убедиться, что бортовой контроллер ЭСУД не фиксирует каких-либо неисправностей в системе управления двигателем. Исправность системы питания

двигателя топливом необходимо проверить с помощью тестера форсунок или аналогичного прибора.

6.2.2. Переобеднение или переобогащение топливо-воздушной смеси (ТВС), которые определяет контроллер ЭСУД по показаниям датчика кислорода до нейтрализатора (в комплектации двигателя с антидетонирующими компонентами), могут быть связаны со смешением выходной характеристики ДМРВ относительно ее эталона:

- если выходная характеристика ДМРВ «провалена» (смещена вниз), то есть ДМРВ показывает значение меньше номинального - контроллер пытается обеднить состав ТВС, обеспечивая стехиометрию близкую к $\alpha=1,0$; при большом «провале» характеристики ДМРВ контроллер по показаниям датчика кислорода может зафиксировать код неисправности «Богатая смесь при максимально допустимом ее обеднении»; эта неисправность может быть также обусловлена, подсосом неучтенного воздуха на впуске, неисправностью датчика кислорода и его цепей, повышенным давлением топлива в рампе и др.;

- если выходная характеристика ДМРВ «поднята» (смещена вверх), то есть ДМРВ показывает значение выше номинального - контроллер пытается обогатить состав ТВС топливом, обеспечивая стехиометрию близкую к $\alpha=1,0$; при большом «подъеме» характеристики ДМРВ контроллер может зафиксировать код неисправности «Бедная смесь при максимально допустимом ее обогащении»; эта неисправность может быть также обусловлена, неисправностью датчика кислорода и его цепей, подсосом воздуха в приемных трубах двигателя и др.

6.2.3. Помимо собственных показаний ДМРВ на управление топливоподачей двигателя в комплектации автомобиля без антидетонирующих компонентов влияет положение «винта» регулировки CO. «Винт-CO» может быть механическим под отвертку или электронным в виде ячейки флэш-памяти контроллера ЭСУД. На ДМРВ нитевого типа этот винт устанавливается со стороны электрического разъема.

Если «Винт-CO» слабо зафиксирован или не отрегулирован по номинальному значению $CO=0,8\%$ на холостом ходу - двигатель будет работать нестабильно или иметь повышенный эксплуатационный расход топлива. Электронный

«Винт-СО» регулируется с помощью диагностического сканера-тестера. Каждая замена ДМРВ или контроллера ЭСУД на автомобиле указанной комплектности должна сопровождаться регулировкой СО на холостом ходу.

6.2.4. В общем случае рекомендуется следующий порядок работы с тестером ДМРВ:

- в зависимости от цели применения собрать монтажную схему подключения тестера (прил. 4) и выбрать варианты установки ДМРВ (прил. 5);

- включить тестер и выбрать контролируемый ДМРВ;
- выполнить необходимые процедуры в соответствии с методикой применения тестера (разделы 5 и 6);

- в случае, если тестер не включается (нет изображения) или работает некорректно, рекомендуется выполнить его перезагрузку, то есть инициализацию программы, путем переподключения плюсового провода кабеля питания адаптера ДМРВ к клемме «Плюс» аккумулятора;

- в случае неисправности тестера воспользоваться рекомендациями приложения 6;

- по завершению работы отключить тестер и его компоненты в порядке, обратном подключению.

6.2.5. Особенности монтажа и подключения компонентов тестера.

Для обеспечения правильности показаний эталонный и контролируемый ДМРВ должны быть установлены согласно направлению потока воздуха в двигатель или в устройство продувки ДМРВ (направление маркируется стрелкой на корпусе ДМРВ, воздушные соединения должны быть уплотнены резиновыми шлангами или изоляционной лентой.

Ориентация выходных соединителей ДМРВ должна быть одинаковой, по возможности параллельной и неизменной в процессе всего цикла контроля или поверки (см. прил. 5), т.к. при повороте ДМРВ на 90° разница показаний может достигать +1%.

При измерении расхода воздуха необходимо помнить, что в зависимости от места установки ДМРВ (прил. 5) его показания могут отличаться до 15%. При проведении поверки этот эффект компенсируется за счет усреднения результатов контроля для двух вариантов установки ДМРВ.

Электрические соединения (см. прил. 4) выполнять

через адаптер А2, соблюдая последовательность и правильность подключения кабелей:

- кабель Х2 к вилке ХР3 («ДМРВ-Э») для эталонного ДМРВ;
- кабель Х3 к вилке ХР4 («ДМРВ-К») для контролируемого ДМРВ;
- кабель Х0 к розетке ХS1 адаптера А2 («ТЕСТЕР») и розетке ХS0 тестера А1;
- кабель продувочного устройства С3 к розетке ХS5 («ЭВ») или розетка ХS2 («КОНТРОЛЬ») адаптера А2;
- кабель Х1 питания адаптера А2 к клеммам G1+/G1- источника =12В постоянного тока (черный изолятор - «Минус»);
- измерительные приборы и источник эталонного напряжения G2 к розетке ХS2 («КОНТРОЛЬ») адаптера А2.

При работающем двигателе расчетное значение массового расхода воздуха контролируемого ДМРВ можно считать из контроллера ЭСУД с помощью внешнего диагностического оборудования, например, диагностического сканера-тестера, но полного соответствия показаний, сканера-тестера и показаний тестера расхода воздуха наблюдаться не будет (см. раздел 1).

6.3. Поверка ДМРВ

Практика показывает, что в большинстве случаев смещение характеристики ДМРВ относительно ее эталона происходит примерно в одном и том же процентном отношении к эталонному значению практически вне зависимости от производительности потока. Наиболее существенное влияние на работу двигателя это оказывает в диапазоне расхода воздуха **8...120 кг/ч**. Поэтому для оценки ухода выходной характеристики ДМРВ относительно ее эталона достаточно поверить эксплуатируемый ДМРВ в указанном диапазоне расходов воздуха по одной или двум точкам.

С целью поддержания точности эталона метрологическая поверка ДМРВ должна проводиться в сухом помещении (влажность не выше 80%) и нормальной температуре окружающей среды (22+5 °С). Устройство продувки ДМРВ по уровню пульсаций потока и напряжению питания должно отвечать требованиям, приведенным в 4.1.

Диапазон поверки ДМРВ зависит от типа применяемого устройства для продувки ДМРВ. При напряжении электропитания 7,5...9В точность ДМРВ, указанная в ТУ, обеспечивается только в диапазоне 8...140 кг/ч.

Удовлетворительная точность упрощенной поверки эксплуатируемых ДМРВ в условиях СТО может быть обеспечена за счет использования нижеописанной методики, то есть **путем длительного усреднения результатов высокоскоростного измерения сигналов ДМРВ в двух циклах инверсной установки-поверки эталонного и контролируемого ДМРВ**

Эта методика отработана экспериментально и позволяет в значительной мере нивелировать основные негативные факторы упрощенной поверки ДМРВ: колебания напряжения питания устройства продувки ДМРВ, различное аэродинамическое сопротивление ДМРВ и их воздухопроводов, зависимость показаний ДМРВ от места и порядка их установки, а также от длины и сечения соединительных шлангов.

Примеры таблиц измерений и расчетов при проведении поверки ДМРВ в приложении 7.

6.3.1. Поверка эксплуатируемого ДМРВ

Цель данной поверки - выявить относительное отклонение (в %) фактической выходной характеристики эксплуатируемого ДМРВ от эталонной, заданной по ТУ. В случае превышения порога отклонений может быть принято решение о браковании эксплуатируемого ДМРВ и замене его на исправный аналог, характеристику которого также можно поверить (с помощью тестера) перед установкой нового ДМРВ на автомобиль.

Поверка проводится пользователем прибора по следующей методике:

- снять эксплуатируемый ДМРВ, почистить корпус и электрический соединитель щеткой, смоченной бензином или уайт-спиритом, не допуская попадания жидкости на чувствительный элемент внутри ДМРВ, просушить;
- подсоединить к используемому типу продувочного устройства рабочий эталон ДМРВ-Э и эксплуатируемый (контролируемый) ДМРВ-К по варианту 1а/2а прил. 5;
- подключить компоненты тестера согласно прил. 4.1;
- подать питание =12В на адаптер А2 и выбрать тип ДМРВ-К в процедуре «ВЫБ.ДМРВ/ДМРВ-К»;

- согласно паспорту проверить комплектуемый изготовителем прибора тип эталонного ДМРВ-Э в режиме «ВЫБ.ДМРВ/ДМРВ-Э», а также указанные в паспорте заводские номера тестера и рабочего эталона ДМРВ;

- включить продувку, установить производительность 40...60 кг/ч (для УПД-2) или 80...120 кг/ч (для пылесоса), выдержать паузу >10с для стабилизации показаний ДМРВ;

- выбрать режим «ПОВЕРКА», кнопкой «ENTR» запустить первый цикл (10 с до исчезновения мигающего маркера) поверки ДМРВ-К, записать параметры: Ge1, Pe1 и Do1;

- если производительность потока Ge вышла за указанный диапазон, то результаты аннулируются и поверку необходимо повторить повторным нажатием ;

- если относительная разница показаний Do превышает +-20%, проверить правильность выбора типов ДМРВ в режиме «ВЫБ.ДМРВ», соблюдение особенностей (см. 6.2.5) монтажа и подключения компонентов тестера, а также воспользоваться рекомендациями по устранению вероятных неисправностей в прил. 6;

- если размах пульсаций Pe больше указанного в разделе 4.1.1, то результаты аннулируются и поверку необходимо повторить; в противном случае должна быть проверена исправность продувочного устройства или номинальное напряжение его источника питания;

- не отключая тестер и продувочное устройство, поменять местами подсоединение ДМРВ-Э и ДМРВ-К (вариант 1б/2б прил. 5);

- не меняя производительности потока выполнить второй цикл поверки с учетом вышеуказанных ограничений и записать в таблицу значение параметров: Ge2, Pe2 и Do2;

- определить среднее значение (со знаком)

Do = (Do1+Do2) / 2;

- превышение допуска Do на относительное отклонение в контрольной точке показаний контролируемого (эксплуатируемого) ДМРВ от показаний рабочего эталонна ДМРВ можно считать браковочным признаком: **+5% - для новых ДМРВ и +10% - для эксплуатируемых ДМРВ** указанные допуски носят **рекомендательный характер**

- при необходимости, если позволяет производительность устройства продувки, можно

перепроверить результаты поверки эксплуатируемого ДМРВ по другим точкам его выходной характеристики.

6.3.2. Поверка каналов напряжения тестера

Проводится предприятием изготовителем тестера ДМРВ по следующей методике:

- подключить компоненты тестера и приборы по эл. схеме прил. 4.3;

- подать питание =12В на адаптер А2 от источника постоянного тока;

- подать через соединитель XS2 («КОНТРОЛЬ») адаптера А2 одновременно на его входы «ДМРВ-К» и «ДМРВ-Э» опорное напряжение $U = (2500 \pm 10)$ мВ от прецизионного источника постоянного тока (>5мА) с уровнем пульсаций не более +- 2 мВ; напряжение источника измерить вольтметром класса точности 0,1;

- в режиме «КОНТРОЛЬ» проконтролировать: напряжение U_k и U_e не должно отличаться от показаний вольтметра более **+ - 5 мВ**;

- в случае больших отклонений выполнить коррекцию U-каналов в режимах «КАЛИБР.Э»/»КАЛИБР.К», для чего: сбросить поправку по напряжению командой «СБРОС-U», откорректировать по показаниям вольтметра значение U_k и U_e в процедурах «НАПРЯЖ.+» или «НАПРЯЖ.-», записать коды поправок K_e/K_k в EEPROM-тестера (выполняется кнопкой «ENTR»); переподключить (с отключением на 5 с) напряжение питания адаптера А2 от источника =12В и проверить напряжение каналов U_k и U_e в режиме «КОНТРОЛЬ» - оно не должно отличаться от показаний вольтметра более вышеуказанного допуска.

6.3.3. Поверка-калибровка рабочего эталона ДМРВ

Калибровка-поверка рабочего эталона ДМРВ выполняется для комплекта **«Прибор-Датчик»**, так как в результате этой процедуры корректирующая поправка для выходной характеристики ДМРВ, который был отобран для использования в качестве рабочего эталона ДМРВ, записывается и хранится EEPROM тестера ДМРВ.

Процедура может проводиться только с использованием базового эталона ДМРВ, поверка которого проведена на предприятии-изготовителе ДМРВ или на предприятии, имеющим лицензию (аккредитацию) на выполнение метрологической

поверки расходомеров воздуха. Характеристика базового эталона ДМРВ должна быть поверена по не менее 10 точкам выходной характеристики $U=f(G)$: 0, 8, 10, 15, 30, 60, 120, 250, 370, 480 кг/ч, он должен иметь заводской или инвентарный номер и дату следующей поверки.

Поверка проводится предприятием изготовителем тестера ДМРВ по следующей методике:

- подсоединить к используемому типу продувочного устройства рабочий эталон ДМРВ-Э и базовый ДМРВ-К по варианту 1а/2а прил. 5;
- подключить компоненты тестера, эталонный (В1) и контролируемый (В2) ДМРВ по эл. схеме прил. 4.1; базовый эталон ДМРВ подключить к каналу «ДМРВ-К», поверяемый рабочий эталон ДМРВ к каналу «ДМРВ-Э»;
- подать питание =12В на адаптер А2 и выбрать типы ДМРВ-К и ДМРВ-Э в режиме «ВЫБ.ДМРВ»;
- сбросить корректирующие поправки командой "СБРОС-G" в режимах "КАЛИБР.Э" и "КАЛИБР.К";
- включить продувку, установить производительность 40...60 кг/ч (для УПД-2) или 80...120 кг/ч (для пылесоса), выдержать паузу >10с для стабилизации показаний ДМРВ;
- выбрать режим «ПОВЕРКА», кнопкой «Entr» запустить первый цикл поверки ДМРВ-К, записать в таблицу параметры: Gel, Pel и Dol;
- если производительность потока Ge вышла за указанный диапазон, то результаты аннулируются и поверку необходимо повторить;
- если относительная разница показаний Do превышает +-30%, проверить правильность выбора типов ДМРВ в режиме «ВЫБ.ДМРВ», соблюдение особенностей в 6.2.4 по монтажу и подключению компонентов тестера, а также воспользоваться рекомендациями по устранению вероятных неисправностей в прил. 6;
- если размах пульсаций Pe больше указанного в разделе 4.1.1, то результаты аннулируются и поверку необходимо повторить; в противном случае должна быть проверена исправность продувочного устройства или измерено выходное напряжение его источника питания в нагруженном состоянии;
- поменять местами подсоединение к продувочному

устройству ДМРВ-Э и ДМРВ-К (вар. 16 или 26 прил. 5);

- не меняя производительности потока выполнить второй цикл поверки с учетом вышеуказанных ограничений и записать значение параметров: Ge_2 , Re_2 и Do_2 ;

- определить среднее значение (со знаком)

$Do = (Do_1 + Do_2) / 2$;

- если среднее значение **Do больше $\pm 10\%$** то ДМРВ в качестве рабочего эталона использовать нельзя, и он должен быть изолирован на складе брака;

- рассчитать величину требуемой поправки Re для канала ДМРВ-Э тестера по формуле: $Re = 1024 * (1 + Do / 100)$, где значение Do указывается со знаком;

- если поправка Re меньше 1024, выбрать процедуру «КАЛИБР.Э/РАСХОД-» и установить ее значение в соответствии с расчетным и записать в EEPROM-тестера;

- если поправка Re больше 1024, выбрать процедуру «КАЛИБР.Э/РАСХОД+» и установить ее значение в соответствии с расчетным и записать в EEPROM-тестера;

- выполнить повторную поверку рабочего эталона ДМРВ (канал ДМРВ-Э) с помощью базового эталона ДМРВ (канал ДМРВ-К) по вышеуказанной методике;

- если относительное отклонение показаний рабочего эталона и базового эталона ДМРВ превышает допуск **Do больше $\pm 1\%$** , то калибровку канала «ДМРВ-Э» для рабочего эталона ДМРВ, а затем его метрологическую поверку, необходимо повторить путем коррекции коэффициента Re с целью снижения значения $Do < \pm 1\%$;

- если рабочий эталон ДМРВ удовлетворяет вышеуказанным требованиям точности контроля, то маркировать его корпус красным нестираемым маркером; внести заводской номер рабочего эталона ДМРВ и номер тестера ДМРВ, а также коорректирующие константы, дату поверки и прямо-сдаточных испытаний в паспорт на прибор.

6.4. Тарировка нитевого ДМРВ

Эксплуатационная тарировка выходной характеристики ДМРВ посредством прожига предусмотрена только для ДМРВ нитевого типа, в пленочных ДМРВ эта возможность отсутствует. Тип ДМРВ (нитевой или пленочный) указан в таблице прил. 3.1.

Тарировка выполняется в случае, если при проведении проверки нитевого ДМРВ выявлено недопустимое отклонение его выходной характеристики от заданной по ТУ. Характеристика нитевого ДМРВ может отклониться от номинальной после длительной (более месяца) стоянки автомобиля или при хранении ДМРВ в холодном и сыром помещении.

При выполнении тарировки ДМРВ тестер формирует электрический импульс прожига нити (5В+-0,6)В, который разогревает чувствительный элемент (платиновую нить) ДМРВ примерно до 950 °С, что позволяет удалить загрязнение нити и восстановить (полностью или частично) выходную характеристику ДМРВ. Время выполнения **однократного** прожига включает импульс прожига (1,5с) и интервал остывания (4 с) нити ДМРВ.

Практика показывает, что для разогрева холодной нити ДМРВ или для ДМРВ, который более месяца не эксплуатировался, рекомендуется выполнить **двойной** прожиг: два импульса прожига (1,5 с через 1 с) и интервал остывания (4 с) нити ДМРВ.

В отдельных случаях характеристика нитевого ДМРВ может восстанавливаться только после нескольких прожигов или не подлежать восстановлению вообще, если параметры платиновой нити или электронного преобразователя сигнала ДМРВ вышли за допустимые пределы.

Обратить внимание:

- ресурс нитевого ДМРВ ограничен примерно 10 тыс. прожигов, поэтому контроллер ЭСУД выполняет его только после останова прогретого двигателя, проработавшего не менее 3-х минут, в том числе с частотой вращения выше 2000 мин⁻¹; поэтому, если двигатель глохнет после пуска по вероятной причине нарушения тарировки нитевого ДМРВ, то восстановление характеристики данного ДМРВ путем прожига перед пуском двигателя можно выполнить принудительно с помощью тестера ДМРВ;

- при прожиге продувка ДМРВ воздухом (запуск двигателя или вентилятора) не допускается;

- сигнал прожига выполняется одновременно для двух цепей ДМРВ: контролируемого и эталонного, поэтому при проведении тарировки одного ДМРВ, другой рекомендуется

отсоединять от адаптера, за исключением случая одновременной тарировки двух ДМРВ нитевого типа.

Последовательность операций тарировки ДМРВ нитевого типа, установленного непосредственно на автомобиле:

- зажигание выключить; эксплуатируемый ДМРВ, характеристика которого тарируется, необходимо отсоединить от жгута проводов ЭСУД;
- подключить компоненты тестера и контролируемый (В2) ДМРВ по эл. схеме прил. 4.2;
- включить режим работы тестера «ПРОЖИГ» и активизировать процедуру «ПРОЖИГ-1» или «ПРОЖИГ-2»; во время выполнения прожига можно реально наблюдать кратковременный разогрев нити ДМРВ до ярко красного цвета, если этого не происходит, проверить правильность подключения ДМРВ и исправность кабелей тестера.

6.5. Оценка неравномерности вращения двигателя

Проводится с помощью предварительно поверенного (по вышеуказанной методике) ДМРВ, установленного на автомобиле.

Неравномерность частоты коленчатого вала, связанная с пульсирующим изменением мощности двигателя на холостом ходу, может быть причиной неисправности двигателя или нарушения работоспособности его управления по воздуху, топливopодаче или зажиганию, что может приводить к таким формам проявления неисправности как: «подергивание», «плавание оборотов», «троение» и др.

Последовательность операций:

- выключить зажигание; контролируемый (В2) ДМРВ отсоединить от жгута Х4 проводов ЭСУД и, при необходимости выполнить его поверку с помощью рабочего эталона ДМРВ;
- подключить компоненты тестера и контролируемый (В2) ДМРВ по эл. схеме прил. 4.2;
- запустить и прогреть двигатель до 75...90°С, при этом минимальная частота его вращения должна установиться повышенной, что связано с работой ЭСУД в аварийном режиме, т.к. эксплуатируемый ДМРВ отключен от ЭСУД;
- включить режим работы тестера «КОНТРОЛЬ» и проконтролировать пульсации (Рк, Мк, Хк) расхода воздуха для ДМРВ-К (В2);

- выход за нормативный диапазон пульсаций расхода воздуха можно считать диагностическим признаком:

Мк...Хк=22...29 кг/ч - для двигателей ВАЗ-2111/2112 на частоте 2050 мин-1;

Мк...Хк=16...30 кг/ч - для двигателей ЗМЗ-406/405/409 на частоте 1500 мин-1.

Диагностические признаки системы питания двигателя и связанные с ними причины неисправностей:

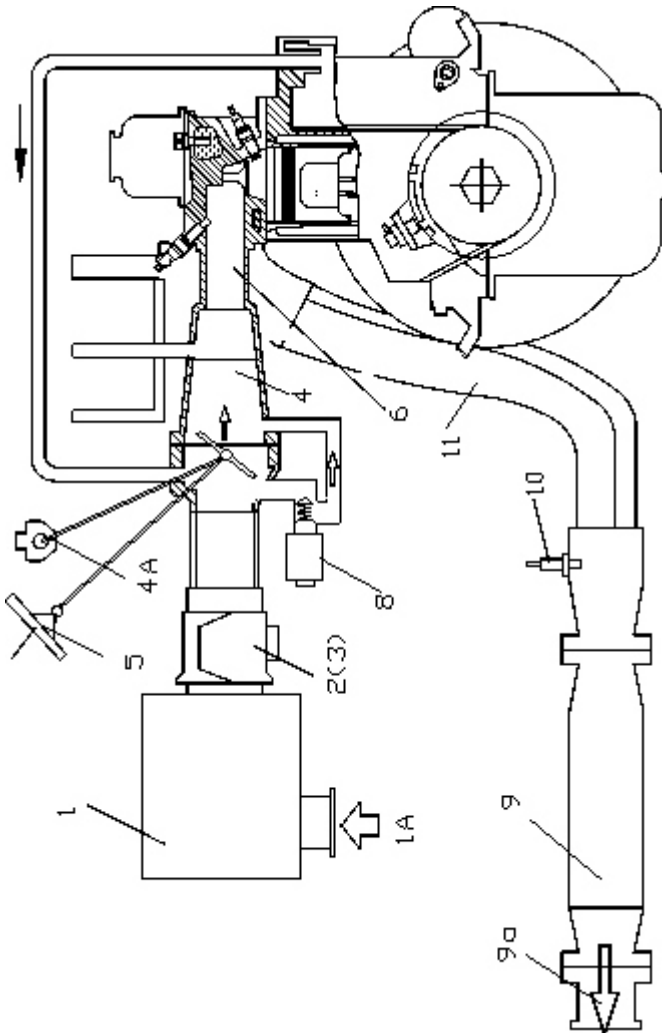
- **пониженный расход воздуха** - возможное загрязнение чувствительного элемента ДМРВ (дефект, если он подтверждается проверкой ДМРВ по п. 6.3, возможно устранить только для ДМРВ HF62C/11 SIEMENS методом промывки (мягкой кисточкой) поверхности пленочного элемента с применением жидкостей «Сольвент» или растворитель «647»), для других типов ДМРВ промывка чувствительного элемента не допускается - необходима замена ДМРВ; неисправность регулятора холостого хода, например, коксование штока или нарушение калибровки электромеханического привода - дефект устранить методом промывки штока в керосине или путем замены РХХ; пониженное давление в топливной рампе - проверить чистоту топлива и заливной магистрали, производительность форсунок впрыска топлива и электробензонасоса, исправность регулятора давления топлива - дефект устранить методом промывки или замены элементов;

- **повышенный расход воздуха на ХХ** - возможно повреждение чувствительного элемента ДМРВ - дефект, если он подтверждается проверкой ДМРВ по п. 6.3, устранить методом замены ДМРВ; повышенный просос воздуха через неплотно закрытый дроссель - дефект устраняется регулировкой дроссельного устройства; имеют место подсосы неучтенного воздуха после ДМРВ - дефект устранить методом герметизации задроссельного пространства двигателя; повышенное давление в топливной рампе - проверить чистоту сливной магистрали и исправность регулятора давления топлива - дефект устранить методом промывки или замены элементов;

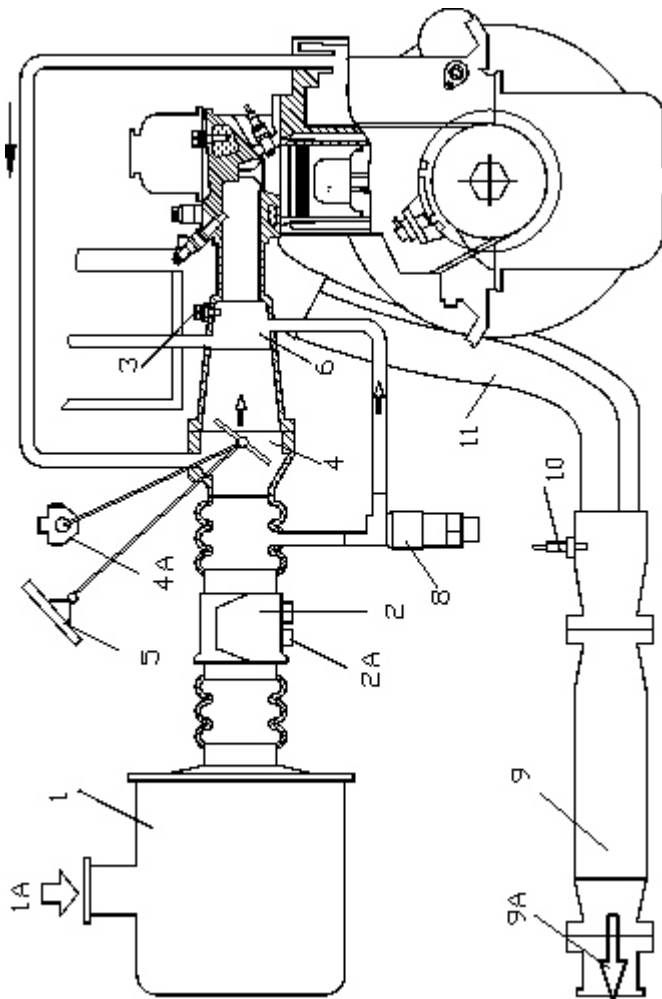
- **неудачный пуск двигателя** - для комплектации автомобиля с нитяным ДМРВ необходимо выполнить его тарировку в режиме тестера «ПРОЖИГ» (см. 6.4); если

двигатель пускается только при частично открытой дроссельной заслонке, вероятно неисправен регулятор холостого хода или его цепь управления.

СХЕМЫ ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВОЗДУХОМ

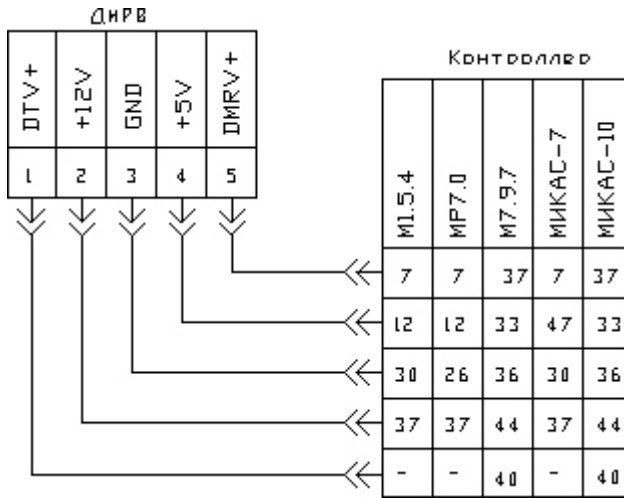


1.1. Система питания воздухом ДВС автомобилей ВАЗ.
 Обозначения элементов системы приведены в 6.1.

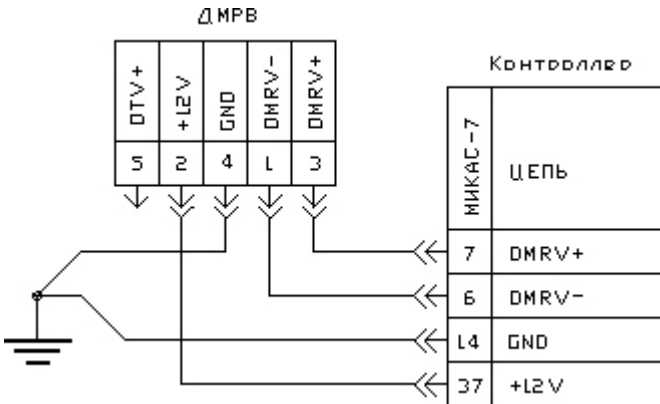


1.2. Система питания воздухом ДВС автомобилей ГАЗ-УАЗ.
Обозначения элементов системы приведены в 6.1.

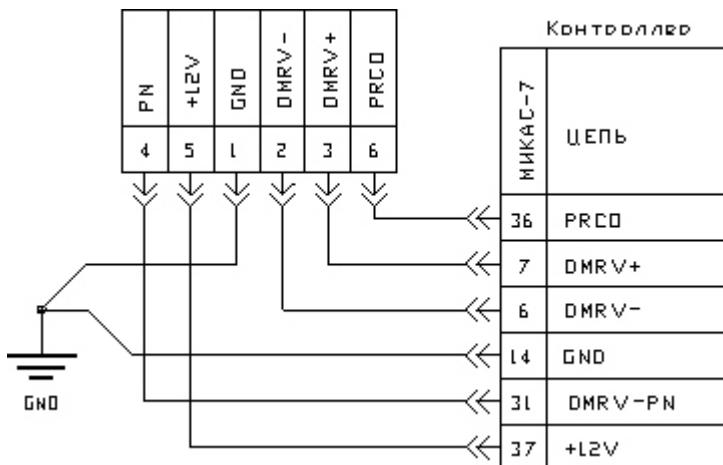
СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ДМРВ В СОСТАВЕ ЭСУД



2.1. Схема включения пленочного ДМРВ НФМ5-4.7.

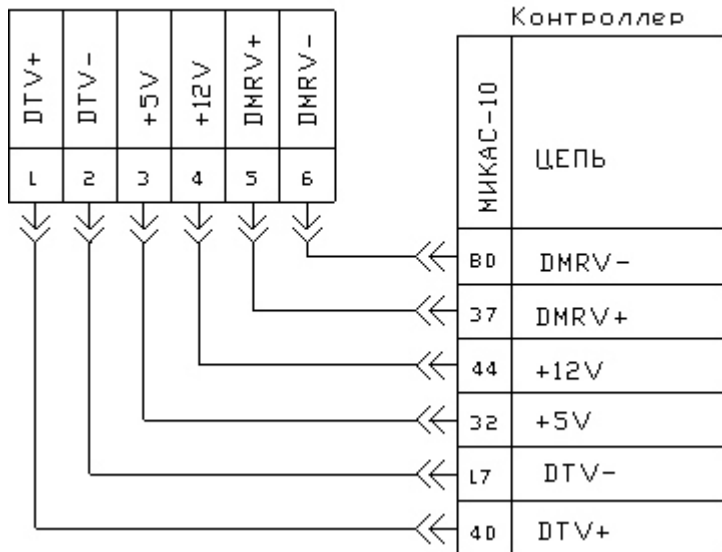


2.2. Схема включения пленочного ДМРВ НФМ62С/11.



2.3. Схема включения нитевого ДМРВ NIM2-4.7.

ДМРВ



2.4. Схема включения пленочного ДМРВ NFM62C/19.

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ПРИЛОЖЕНИИ 2

Цепи:

- +12V - питание ДМРВ от сети =12В;
- +5V - питание ДМРВ от +5В контроллера ЭСУД;
- DMRV+ - выход «плюс» ДМРВ;
- DMRV- - выход «минус» ДМРВ;
- GND - силовая «земля» ДМРВ или контроллера;
- GNA - аналоговая «земля» контроллера;
- DTV+ - выход «плюс» датчика температуры воздуха;
- DTV- - выход «минус» датчика температуры воздуха;
- PRCO - выход потенциометра регулировки СО;
- PN - вход прожиг нитового ДМРВ.

Контроллеры ЭСУД:

- M1.5.4 - M1.5.4 и M1.5.4N BOSCH, ЯНВАРЬ-5.1;
- MP7.0 - MP7.0/E2 и MP7.0/E3 BOSCH;
- M7.9.7 - M7.9.7/E2 и M7.9.7/E3 BOSCH, ЯНВАРЬ-7.2;
- МИКАС-7 - МИКАС-5.4, МИКАС-7;
- МИКАС-10 - МИКАС-10/E2 и МИКАС-10/E3.

СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ДВС - двигатель внутреннего сгорания;
- ДМРВ - датчик массового расхода воздуха;
- ДМРВ-К - ДМРВ, подключаемый к каналу «ДМРВ-К»;
- ДМРВ-Э - ДМРВ, подключаемый к каналу «ДМРВ-Э»;
- ЖКИ - жидко-кристаллический индикатор;
- КЗ - короткое замыкание в цепи;
- ЧЭ - чувствительный элемент;
- ЧЭВ - тип чувствительного элемента и выходной сигнал;
- ОШИБКА ПАМЯТИ - неисправность флэш-ПЗУ тестера;
- ТВС - топливо-воздушная смесь
- УПД - устройство для продувки ДМРВ;
- ЭВ - электроventильатор;
- ЭСУД - электронная система управления двигателем.

ТИПЫ ДМРВ И ХАРАКТЕРИСТИКА**3.1. Типы ДМРВ**

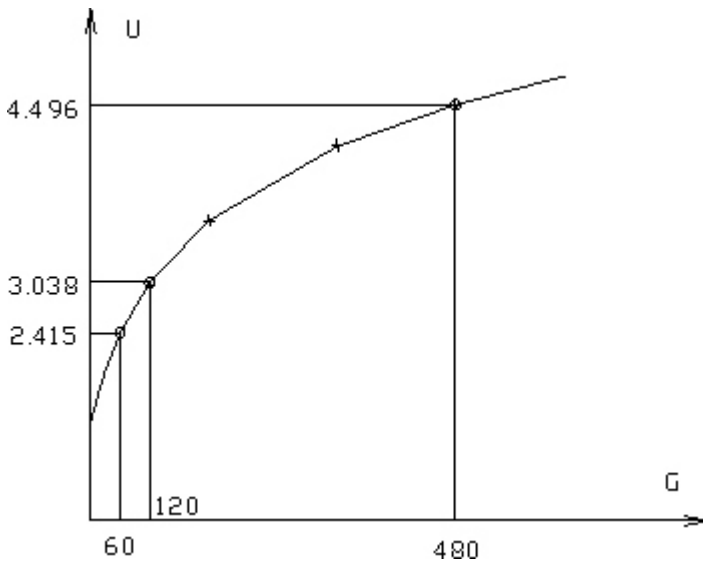
Услов. обознач. для выбора ДМРВ по меню тестера	Полное обозначение ДМРВ или его аналога	ЧЭВ	Марка авто
HF5/B037	HFM5-4.7 BOSCH 0280218037	П/А	ВАЗ-УАЗ
HF5/B116	HFM5-4.7 BOSCH 0280218116	П/А	ВАЗ
HF62/S11	HFM62C/11 SIEMENS Аналог 20.3855 РФ Аналог ДМРВ-П РФ	П/А	ГАЗ-УАЗ
HF5/B004*	HFM5-4.7 BOSCH 0280218004	П/А	ВАЗ
HL2/B014*	HLM2-4.7 BOSCH 0280212014 Аналог ДМРВ-М РФ	Н/А	ГАЗ-УАЗ
HL2/B022*	HLM2-4.7 BOSCH 0280212022 Аналог ДМРВ-УМ РФ	Н/А	УАЗ
HF62/S19**	HFM62C/19 SIEMENS	П/А	ГАЗ-УАЗ

ЧЭВ - тип чувствительного элемента ДМРВ/выходной сигнал: Н/А - нитевой (платиновый)/ аналоговый выход, ; П/А - пленочный/ аналоговый выход.

Марка авто - марка автомобиля, на котором может применяться ДМРВ данного типа;

* - ДМРВ снят с серийного производства, выпускается в запасные части;

** - перспективная разработка.



3.2. Выходная характеристика HFM5-4.7 0280218037 BOSCH.

Обозначения параметров (для 3.2 и 3.3):

G - массовый расход воздуха, кг/ч;

U - выходное напряжение ДМРВ, В;

G_i - текущий расход воздуха, кг/ч;

t_i - текущее время, с;

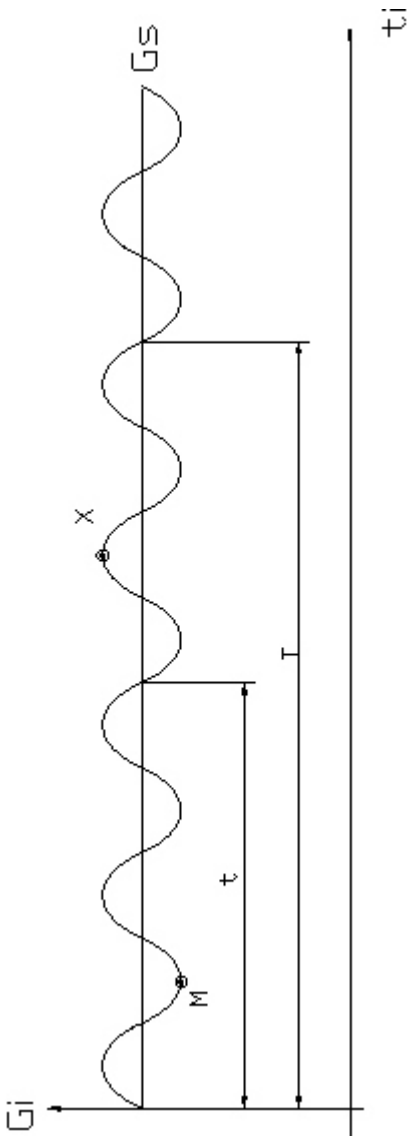
t - интервал усреднения параметров, с;

T - интервал наблюдения параметров, с;

M - минимальный пиковый расход воздуха в течение T -интервала наблюдения, кг/ч;

X - максимальный пиковый расход воздуха в течение T -интервала наблюдения, кг/ч;

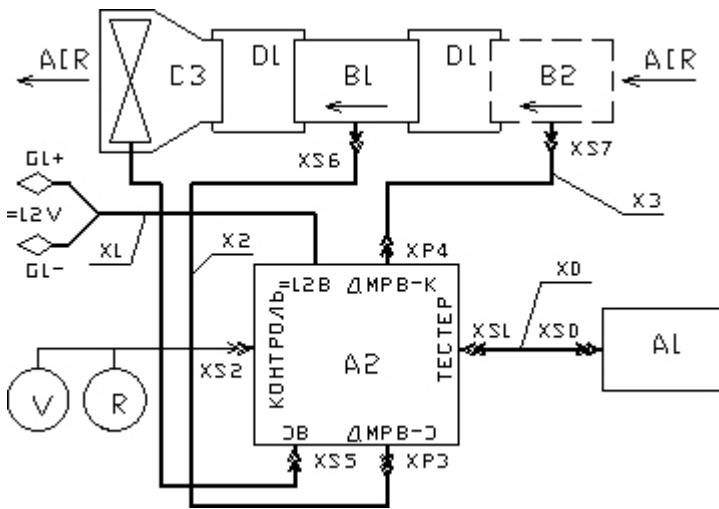
G_s - среднее значение расхода воздуха за t -интервал усреднения параметров, кг/ч.



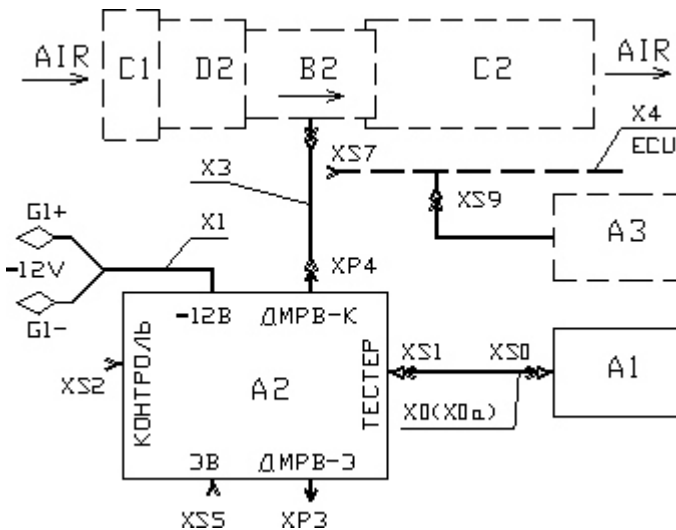
3.3. Характеристика пульсирующего потока воздуха.

Обозначения параметров приведены в приложении 3.2

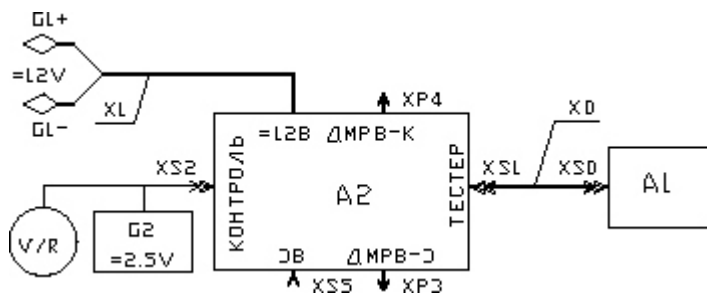
МОНТАЖНЫЕ СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ТЕСТЕРА



4.1. Монтажная схема включения приборов при проведении поверки ДМРВ и калибровки G-каналов тестера



4.2. Монтажная схема включения приборов при проведении бортового контроля ДМРВ



4.3. Монтажная схема включения приборов при проведении калибровки-поверки U-каналов тестера

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ПРИЛОЖЕНИИ 4

Обозначение компонентов тестера:

- A1 - тестер расхода воздуха;
- A2 - адаптер ДМРВ;
- B1 - рабочий эталон ДМРВ;
- C3 - устройство продувки ДМРВ;
- D1 - шланг соединительный.

Обозначение компонентов автомобиля:

- AIR - направление потока воздуха;
- B2 - контролируемый (эксплуатируемый) ДМРВ ЭСУД;
- C1 - фильтр воздушный;
- C2 - впускная система двигателя;
- D2 - шланг соединительный;
- G1 - источник питания = (12)В/2А;
- +G1 - Зажим «Плюс» источника G1;
- G1 - Зажим «Минус» источника G1;
- X4 - жгут проводов ЭСУД (ECU).

Обозначение дополнительных приборов:

- A3 - диагностический сканер-тестер;
- G2 - источник эталонного напряжения;
- V/R - вольтметр =20В/0,1%/омметр >1 МОм/1%.

Обозначение кабелей и соединителей:

- X0 - кабель тестера между A1 и A2 (0,6м);
- X1 - кабель питания адаптера (1,5м);
- X2 - кабель эталонного ДМРВ (0,4м);
- X3 - кабель контролируемого ДМРВ (0,4м);
- XS0 - розетка 9-конт. тестера A1;
- XS1 - розетка 9-конт. адаптера A2 для кабеля X0;
- XS2 - контрольный разъем адаптера A2;
- XP3 - вилка 9-конт. для эталонного ДМРВ;
- XP4 - вилка 9-конт. для контролируемого ДМРВ;
- XS5 - розетка адаптера A2 для устройства C3
(может отсутствовать, используется XS2);
- XS6 - розетка кабеля X2 эталонного ДМРВ;
- XS7 - розетка кабеля X3 контролируемого ДМРВ;
- XS9 - розетка жгута проводов ЭСУД диагностическая.

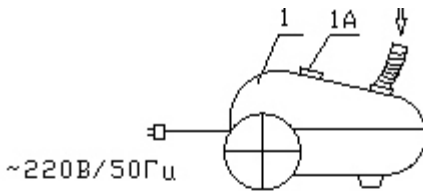
Адресация соединителей:

XS0/XS1: 9 - +12В; 7 - общий аналоговый; 1 - сигнал от контролируемого ДМРВ; 6 - сигнал от эталонного ДМРВ; 5 - прожиг нити ДМРВ;

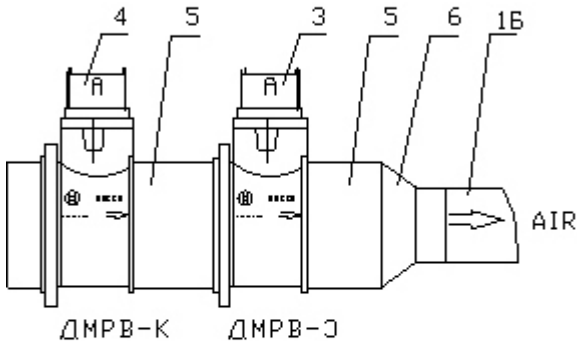
XS2: 9 - +12В; 2 - общий аналоговый; 1 - сигнал от контролируемого ДМРВ; 6 - сигнал от эталонного ДМРВ; 8 - сопротивление цепей ДТВ/ПРСО эталонного ДМРВ; 4 - сопротивление цепей ДТВ/ПРСО контролируемого ДМРВ; 5 - прожиг ДМРВ; 3 - +5В для питания ДМРВ; 7 - контакт заблокирован или общий силовой;

XP3/XP4: 9 - +12В; 7 - общий силовой; 1 - сигнал от ДМРВ; 2 - общий аналоговый (ДМРВ-минус); 3 - +5В для питания ДМРВ; 4 - сопротивление цепей ДТВ/ПРСО; 5 - прожиг нити ДМРВ.

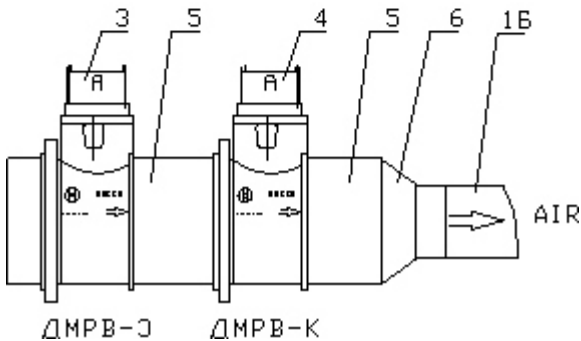
ВАРИАНТЫ УСТАНОВКИ ДМРВ ДЛЯ ПОВЕРКИ



~220В/50Гц



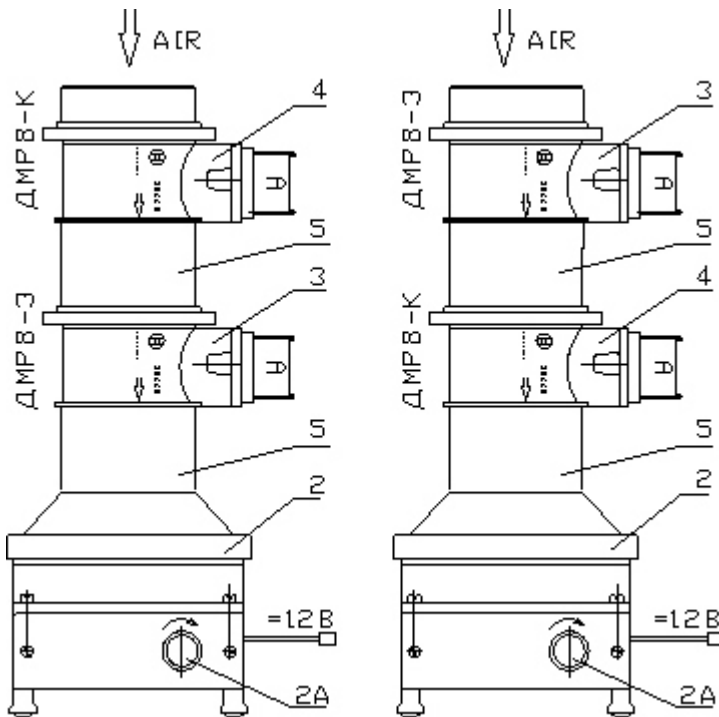
Вариант 1а



Вариант 1б

5.1. Варианты установки ДМРВ для пылесоса

Сопрягаемые с ДМРВ поверхности соединительных шлангов
5 слегка смазать машинным маслом.

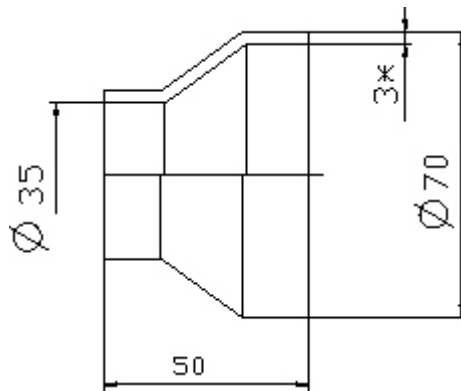


Вариант 2а

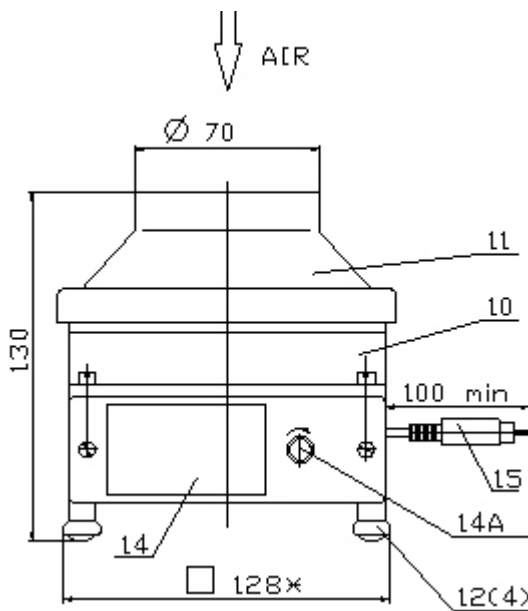
Вариант 2б

5.2. Варианты установки ДМРВ для УПД-2

Сопрягаемые с ДМРВ поверхности соединительных шлангов 5 слегка смазать машинным маслом.



5.3. Сопло пылесоса



5.4. Устройство продувки ДМРВ УПД-2

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ПРИЛОЖЕНИИ 5

Обозначение оборудования для поверки ДМРВ:

- 1 - пылесос бытовой;
- 1а - регулятор мощности пылесоса;
- 2а - шланг пылесоса;
- 2 - устройство продувки ДМРВ;
- 2а - регулятор мощности УПД;
- 3 - ДМРВ, подключаемый к каналу «ДМРВ-Э»;
- 4 - ДМРВ, подключаемый к каналу «ДМРВ-К»;
- 5 - шланг соединительный;
- 6 - сопло пылесоса;
- AIR - направление потока воздуха.

Обозначение элементов УПД-2:

- 10 - электроventильатор типа KF-1238V1H/S1H;
- 11 - сопло ДМРВ кв.120/70мм;
- 12 - стойка (4 шт.);
- 14 - панель с этикеткой;
- 14а - регулятор мощности электроventильатора;
- 15 - кабель питания с вилкой RP-405 или DB-9M.

ВЕРОЯТНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ТЕСТЕРА

Наименование неисправности, вероятная причина и рекомендации по ее устранению (см. схемы прил. 4)

1. Неисправность: После подключения к бортовому аккумулятору автомобиля или источнику =12В тестер не работает (не отображает информацию):

- плохой контакт зажимов кабеля X1 питания адаптера A2 с клеммами G1+/G1- аккумулятора или их обратное включение: зачистить контакты и выполнить повторное подключение зажимов;

- высокий разряд бортового аккумулятора или недостаточная мощность источника =12В: выполнить профилактику и заряд аккумуляторной батареи, использовать источник тока не менее 2А;

- плохой контакт в кабеле X0; «прозвонить» омметром кабель X0 с помощью омметра в соответствии с адресацией соединителей XS0 и XS1;

- неисправность кабеля питания адаптера ДМРВ: восстановить повреждение кабеля согласно его адресации выводов;

- неисправность тестера A1 или адаптера A2: заменить неисправные компоненты.

2. Неисправность: При включении устройства продувки УПД-2 тестер отключается или перезагружается:

- плохой контакт зажимов кабеля питания адаптера A2 с клеммами аккумулятора G1+/G1-: зачистить контакты и

выполнить повторное их подключение;

- высокий разряд бортового аккумулятора или недостаточная мощность источника =12В: выполнить профилактику и заряд аккумуляторной батареи, использовать источник тока не менее 2А;

- перегрузка по току: проверить омметром активное сопротивление электровентилятора устройства продувки С3, оно должно быть не менее 10 Ом: устранить возможное короткое замыкание в кабеле питания устройства С3, заменить устройство С3.

3. Неисправность: ДМРВ-Э или ДМРВ-К дает заведомо неверные показания:

- проверить правильность установки ДМРВ и его подключения согласно рекомендациям 6.2.5;

- тип ДМРВ-К или ДМРВ-Э выбран неверно: проверить правильность выбора выходной характеристики ДМРВ в режиме «ВЫБ.ДМРВ»;

- плохой контакт в кабеле Х2 или Х3: переподключить кабель Х2/Х3 к ДМРВ или к адаптеру А2, устранить возможную неисправность цепей кабеля Х2/Х3 согласно его адресации выводов;

- нарушена калибровка канала ДМРВ-К или ДМРВ-Э, проверить в режиме «КАЛИБР.К» или «КАЛИБР.Э», что введенные поправки по U- и G-каналам соответствуют записанным в паспорте на прибор, при необходимости восстановить поправки; выполнить калибровку-поверку тестера А1 комплектно с рабочим эталоном на предприятии-изготовителе;

- короткое замыкание или обрыв сигнальных цепей

ДМРВ: проверить подключение и целостность соединительных кабелей X0, X2, X3;

- отсутствует электропитание на ДМРВ: наличие напряжения питания =12В и =5В на соединителях XP3 и XP4 адаптера A2;

- неисправность рабочего эталона ДМРВ или тестера: заменить (отремонтировать) тестер комплектно с рабочим эталоном ДМРВ на предприятии-изготовителе.

4. Сообщение: «ОШИБКА ПАМЯТИ»

Неисправность программы тестера: заменить тестер комплектно с рабочим эталоном ДМРВ.

ПОВЕРКА ДМРВ. ПРИМЕРЫ ИЗМЕРЕНИЙ И РАСЧЕТОВ

7.1. Пример поверки эксплуатируемого ДМРВ

Эксплуатируемый ДМРВ (поверяемый, устанавливается как ДМРВ-К) НFM62C/19 (SIEMENS) зав. ном. 110301.

Рабочий эталон (поверяющий, устанавливается как ДМРВ-Э) НFM5-4.7 0280218037 зав. ном. 392241В.

Циклы поверки 1 и 2 выполняются в соответствии с вариантами установки ДМРВ прилож. 5, монтажная схема подключения тестера при поверке - прилож. 4.1 (поверка G-каналов).

3.1) Измерение «ПОВЕРКА»:

Параметры	Цикл 1	Цикл 2	Расчеты и анализ
Gk, кг/ч	58,4	58,1	1) Пульсации $Re < 12$ кг/ч
Ge, кг/ч	58,4	59,8	2) $Do = Do1 + Do2 =$
Rk, кг/ч	4,4	4,4	$(-0,6 - 2,8) / 2 \pm 7\%$
Re, кг/ч	8,8	7,1	4) Вывод: поверяемый
Da, кг/ч	-0,4	-4,7	ДМРВ соответствует TV
Do, %	-0,6	-2,8	Do = 1,7% < 5%

7.2. Пример поверки рабочего эталона ДМРВ

Рабочий эталон (поверяемый, устанавливается как ДМРВ-Э) НFM5-4.7 0280218037 зав. ном. 392241В.

Базовый эталон (поверяющий, устанавливается как ДМРВ-К) НFM5-4.7 0280218037 зав. ном. 390117В.

Циклы поверки 1 и 2 выполняются в соответствии с вариантами установки ДМРВ прилож. 5, монтажные схемы подключения тестера при поверке в соответствии с прилож. 4.3 (поверка U-каналов) и прилож. 4.1 (поверка G-каналов).

Этап 1: поверка-калибровка U-каналов тестера:

- 1.1) Измерение «КОНТРОЛЬ»: $U_k = 2490$ мВ, $U_e = 2490$ мВ;
- 1.2) Калибровка «КАЛИБР.К/НАПРЯЖ+»: $K_k = 514$;
- 1.3) Калибровка «КАЛИБР.Э/НАПРЯЖ+»: $K_e = 514$;
- 1.4) Калибровка «КАЛИБР.К/СВРОС-G»: $R_k = 1024$;
- 1.5) Калибровка «КАЛИБР.Э/СВРОС-G»: $R_e = 1024$;

1.6) Проверка «КОНТРОЛЬ»: $U_k=2500\text{мВ}$, $U_e=2500\text{мВ}$.

Этап 2: поверка-калибровка раб. эталона ДМРВ:

2.1) Измерение «ПОВЕРКА»:

Параметры	Цикл 1	Цикл 2	Расчеты и анализ
Gk, кг/ч	59,4	55,4	1) Пульсации $Re < 12$ кг/ч
Ge, кг/ч	52,7	57,6	2) $Do = Do1 + Do2 =$
Rk, кг/ч	9,8	7,0	(12,9-3,8) / 24,5%
Pe, кг/ч	8,0	7,5	3) $Re = 1024 * (1 + Do/100) =$
Da, кг/ч	6,8	-2,2	$1024 * (1 + 4,5/100) = 1070$
Do, %	12,9	-3,8	4) Вывод: требуется калибровка канала ДМРВ-Э

2.2) Калибровка «КАЛИБР.Э/РАСХОД+»: $Re=1070$;

Этап 3: повторная поверка рабочего эталона ДМРВ:

3.1) Измерение «ПОВЕРКА»:

Параметры	Цикл 1	Цикл 2	Расчеты и анализ
Gk, кг/ч	59,8	55,1	1) Пульсации $Re < 12$ кг/ч
Ge, кг/ч	55,1	59,9	2) $Do = Do1 + Do2 =$
Rk, кг/ч	7,8	7,4	(8,5-8,0) / 20,25%
Pe, кг/ч	6,8	7,8	3) Вывод: калибровка ка-
Da, кг/ч	4,7	-4,8	нала ДМРВ-Э удовлетвори-
Do, %	8,5	-8,0	тельная Do = 0,25% < 1%

3.2) Запись результатов поверки в раздел паспорта на тестер ДМРВ «Свидетельство о поверке»: $K_k=514$, $K_e=514$, $R_k=1024$, $Re=1070$.